d'individus qu'elle forme. Elle avait communiqué à la couleur délayée dans l'eau une viscosité telle qu'il était impossible de s'en servir pour écrire ou pour peindre.

M. Van Tieghem fait la réponse suivante :

J'ai étudié, précisément à l'occasion de mes recherches sur les *Amylobacter*, les tubercules des racines des Légumineuses, dont il vient d'être question. Les corpuscules qui en remplissent les cellules ne sont pas des Bactéries. M. Hoffmann avait d'ailleurs exprimé déjà des doutes à cet égard. Je ne puis donc pas me rattacher à l'opinion de M. Woronine qui vient d'être rappelée par M. Cornu.

M. Duchartre demande à M. Van Tieghem s'il a pu vérifier la pénétration directe des Bactéries dans les cellules des Phanérogames.

M. Van Tieghem répond qu'il ne l'a pas observée jusqu'ici et qu'il a vainement recherché des traces de pénétration dans la membrane.

M. Flahault fait la communication suivante :

SUR LES RAPPORTS DE LA RADICULE AVEC LA TIGELLE DANS L'EMBRYON DES PHANÉROGAMES, par **M. Ch. FLAHAULT.**

L'étude anatomique et histogénique de la racine a, depuis quelques années, occupé tout particulièrement les botanistes : les travaux de MM. Nägeli et Leitgeb en Allemagne, de M. Van Tieghem en France, ont jeté une vive lumière sur la question de la structure de cet organe ; mais, sur l'accroissement terminal de la racine, et sur le développement des radicelles, les résultats différents obtenus par MM. Reinke, de Janczewski, et plusieurs autres observateurs, ne permettent pas encore de poser les lois qui régissent ces phénomènes. J'ai abordé à mon tour cette étude, et j'espère, en étendant mes observations à un plus grand nombre de plantes qu'on ne l'a fait jusqu'ici, arriver à mettre d'accord les diverses opinions qui ont été émises sur ces importantes questions.

Mais si les rapports de la racine avec elle-même, et d'une radicelle avec sa racine mère, ont fait l'objet de nombreuses recherches, il est un point qu'on a négligé jusqu'ici : je veux parler des rapports de la racine avec la tige. Il était bon d'ailleurs qu'on n'abordât pas cette étude délicate avant d'avoir acquis des données à peu près certaines sur les questions précédentes ; j'ai entrepris ce travail, et ce sont les premiers résultats auxquels je suis arrivé, que j'ai l'honneur de présenter à la Société.

Les rapports d'une racine primaire avec la tige sont de deux sortes. La racine peut être *terminale :* telle est la radicule de l'embryon, dont l'axe est le prolongement de l'axe de la tigelle ; ou bien elle est *latérale*, comme sont les racines dites adventives, dont le grand axe est plus ou moins per-

pendiculaire à celui de la tige. On peut prévoir que les relations des organes ne seront pas les mêmes dans ces deux cas.

Chacune de ces questions fera l'objet d'un chapitre spécial de mon travail ; je ne parlerai aujourd'hui que de la première, pour signaler quelques résultats intéressants concernant les *rapports de la radicule avec la tigelle.*

Rappelons d'abord que la radicule et la tigelle sont le plus souvent dépourvues d'un système vasculaire bien organisé, et qu'en dehors de quelques cas, d'ailleurs assez rares, il est impossible de trouver dans la disposition ou la structure des faisceaux de procambium, des caractères distinctifs entre ces deux parties. Mais la coiffe est un des caractères les plus essentiels de la racine, et comme elle apparaît de très-bonne heure dans l'embryon, nous y aurons recours pour reconnaître la radicule, et même, comme nous le verrons tout à l'heure, pour établir la limite entre la radicule et la tigelle.

Cela posé, je crois devoir rapporter à trois types différents les faits que j'ai étudiés jusqu'ici ; j'insisterai surtout sur le premier.

Premier type. — Le premier type, très-répandu chez les Dicotylédones, est caractérisé par la présence d'une coiffe spécialisée, dépendance intime de la racine. Ce type présente, au point de vue des cellules terminales, des variations plus ou moins considérables, qui ont été mises en relief par tous les auteurs qui ont repris les recherches de M. Reinke : exposer aujourd'hui le résultat de mes observations sur ce point m'écarterait de mon sujet ; il suffit de savoir qu'une assise spéciale, recouvrant les cellules initiales de l'écorce, sur le sommet végétatif, se divise par des segmentations tangentielles pour former la coiffe. Cette segmentation produit un plus ou moins grand nombre de couches sur le sommet, et diminue vers la périphérie, où elle se réduit à une seule division, qui sépare cette assise en deux, l'une interne, l'autre externe. Comme cette assise engendre la coiffe, on peut, avec M. de Janczewski, lui donner le nom d'assise calyptrogène ; comme elle deviendra plus tard l'épiderme de la racine, on peut, avec M. Reinke, l'appeler dermatogène ; on peut encore, comme l'a fait M. Holle, mettre en relief cette double fonction, en la nommant dermato-calyptrogène. L'assise interne formée par la dernière segmentation du dermato-calyptrogène en est pour ainsi dire le prolongement ; c'est le dermato-calyptrogène épuisé, dépourvu désormais de la faculté de se diviser et destiné à devenir l'épiderme de la racine, lorsque la coiffe aura commencé à s'exfolier ; l'assise extérieure, issue de cette même segmentation, constitue l'assise extérieure de la coiffe.

Il s'agit maintenant de montrer comment le dermato-calyptrogène après avoir perdu la faculté de se diviser tangentiellement, se comporte vis-à-vis de l'épiderme de la tigelle. Les plantes du premier type peuvent se rattacher à deux cas.

Dans le premier cas, le *dermato-calyptrogène, après avoir perdu la faculté de se diviser tangentiellement, se continue avec la partie interne de la base de la première cellule épidermique de la tigelle.* La radicule est alors complétement extérieure ; elle n'est recouverte que par sa coiffe, dont l'assise la plus extérieure s'appuie contre la base de la première cellule épidermique de la tigelle du côté externe ; par conséquent la dernière cellule du dermato-calyptrogène épuisé, et la dernière cellule de la coiffe s'appuient ensemble contre la base de l'épiderme de la tigelle. Il en est ainsi dans l'*Helianthus annuus*, le *Cucumis vulgaris* et plusieurs autres Cucurbitacées, dans le *Pisum sativum*, le *Phaseolus vulgaris*, le *Ricinus communis*, l'*Æsculus Hippocastanum*, l'*Acer Pseudoplatanus*, l'*Impatiens Balsamina* et l'*Aucuba japonica*.

La limite entre la radicule et la tigelle se trouve au point où se termine contre l'épiderme extérieur l'assise la plus externe de la coiffe ; on voit en effet, dès le début de la germination, cette assise externe s'exfolier et mettre à découvert le dermato-calyptrogène épuisé qu'elle recouvrait, et dont les cellules développent aussitôt les poils qui serviront à l'absorption. Le dermato-calyptrogène, après avoir cessé de fonctionner comme assise calyptrogène, devient ainsi l'épiderme de la racine, tandis que l'assise contre laquelle il se termine, et qui correspond en même temps à l'épiderme de la racine et à l'assise externe de la coiffe, présente dès ce moment tous les caractères d'un épiderme de tige ; il est lisse et souvent même cuticularisé extérieurement. Quant au développement, à l'état de différenciation des diverses parties de la radicule, il est très-variable : dans l'*Impatiens*, et encore plus dans l'*Aucuba*, les assises constituant la coiffe dans l'embryon sont très-peu nombreuses, à peine différenciées des voisines, et on ne les distingue des assises de l'écorce que par leur mode de développement, et aussi, souvent, par l'absence de méats entre leurs cellules. Ailleurs, comme dans l'*Æsculus*, la coiffe est au contraire très-développée et composée d'un grand nombre de couches, qu'on ne saurait confondre, même au premier coup d'œil avec les couches sous-jacentes.

Le second cas est très-remarquable en ce que le *dermato-calyptrogène, après sa première division*, au lieu de se continuer directement avec l'épiderme de la tigelle, *est recouvert par un certain nombre d'assises du parenchyme cortical* de cet organe, et par l'épiderme. Il y a dans ce cas, au-dessus et tout autour de la radicule, une véritable gaîne radiculaire, une coléorhize plus ou moins développée, qui ne se distingue de celle du Maïs, comme nous le verrons tout à l'heure, que parce que chez les Dicotylédones où on l'observe, cette gaîne ne forme pas la coiffe. On rencontre une gaîne de ce genre dans l'embryon du *Mirabilis Jalapa*, mais elle est beaucoup plus développée chez le *Tropæolum majus*.

Chez cette dernière plante, le dermato-calyptrogène, ayant cessé de se diviser, est recouvert par l'épiderme et par quatre assises corticales de

la tigelle; l'épiderme, cuticularisé dans toute son étendue sur sa fac externe, est formé de petites cellules constituant une assise très-régulière qu'il est facile de suivre jusqu'à la pointe de l'organe; les assises corticales sous-jacentes sont formées de grandes cellules polyédriques présentant de nombreux méats. Ces assises se dédoublent un petit nombre de fois, et perdent beaucoup de leur régularité vers la pointe; elles recouvrent complétement la coiffe dont les assises se distinguent très-nettement de celles de la gaîne; puisqu'elles ne présentent pas de méats et sont dispo sées en couches étendues tangentiellement autour du sommet végétatif. La coiffe du *Tropæolum* se développe d'ailleurs comme celle des autres Dicotylédones que nous avons nommées plus haut, et la radicule de cette plante ne diffère de celle des premières que par la situation profonde de son dermato-calyptrogène. On comprend facilement que si cette assise est tantôt recouverte par quatre assises de parenchyme cortical, tantôt en continuité avec l'assise la plus extérieure de l'écorce, c'est-à-dire avec l'épiderme, on pourra trouver des cas intermédiaires : le dermato-calyptrogène épuisé, pourra se continuer avec telle ou telle assise de l'écorce, depuis l'assise sous-épidermique jusqu'à la plus profonde. Un de ces cas nous est fourni par le *Mirabilis* : ici le dermato-calyptrogène épuisé n'est séparé de l'épiderme que par une ou deux assises corticales; l'épiderme de la tigelle recouvre aussi la coiffe tout entière, mais les assises de la gaîne se confondent, au-dessus du sommet végétatif, avec celles de la coiffe; elles leur ressemblent d'ailleurs beaucoup et sont exfoliées les premières lors de la germination.

Il est intéressant de suivre ces embryons pour voir comment ils se comportent lorsque leur radicule s'allonge. Dans le *Tropæolum*, dès que les cotylédons se sont écartés pour laisser passer l'axe de l'embryon, une double fente en croix déchire la gaîne radiculaire en quatre valves, à travers lesquelles la radicule s'allonge aussitôt; la pointe de l'organe n'est pas toujours atteinte par ces fentes, et on la voit fréquemment rejetée de côté. Quoi qu'il en soit, la gaîne est séparée tout entière sans laisser de débris sur la coiffe; la radicule rentre alors dans le type que nous venons d'établir pour l'*Helianthus*, l'*Æsculus*, etc. La limite entre la tigelle et la radicule se trouve au point où le dermato-calyptrogène se continue avec une des assises du parenchyme cortical. Au-dessus est la tigelle, et tout ce qui est au-dessous appartient à la racine; plus tard, en effet, on voit toute cette partie qui était cachée d'abord sous la gaîne prolonger ses cellules en poils, tandis que la partie extérieure reste lisse; d'ailleurs on peut alors déjà confirmer ces données par l'étude du système vasculaire qui commence à se différencier. Chez le *Mirabilis*, la gaîne radiculaire se comporte autrement, elle se déchire irrégulièrement sous l'effort de la radicule qui s'allonge, et forme une couronne de petites lanières frangées dans lesquelles on reconnaît facilement les débris des séries extérieures

à la coiffe. Ces assises ont dans le *Mirabilis* bien plus de ressemblance avec celles de la coiffe qu'elles recouvrent, que cela n'a lieu pour les assises correspondantes du *Tropæolum*, vis-à-vis de la coiffe de cette plante, et il n'est pas étonnant que leur fonctionnement soit différent. La partie apicale de la gaîne radiculaire demeure tout d'abord autour du sommet de la coiffe, et ses assises sont rejetées les premières, dès que la coiffe commence à s'exfolier, c'est-à-dire presque aussitôt. Le talon qui se forme à la base de la tigelle du *Mirabilis* n'est pas en rapport avec les faits que je viens de décrire. Les débris frangés de la coiffe se flétrissent bientôt ; l'épiderme de la racine, issu du dermato-calyptrogène dans l'un comme dans l'autre cas, développe aussitôt des poils radicaux, et se distingue dès lors parfaitement de l'épiderme de la tigelle.

Deuxième type.— La racine est dépourvue d'une coiffe propre ; la coiffe d'emprunt qui recouvre son sommet lui est fournie par la tigelle ; elle s'en sépare à la germination, et se régénère par elle-même. C'est du moins ce qui résulte des recherches de M. de Janczewski qui a décrit la nature de la coiffe dans l'*Hordeum vulgare* et le *Zea Mays*, et ses rapports anatomiques d'origine avec la gaîne radiculaire ou coléorhize ; j'ai pu confirmer ses observations sur ces plantes et les étendre au *Canna indica*. Cet auteur a montré que la coiffe n'est qu'une portion détachée de la gaîne radiculaire, une production indépendante de la racine, vivant et se reconstituant par elle-même ; or la gaîne radiculaire n'est qu'un prolongement du tissu cortical de la tigelle, dans les profondeurs de laquelle est née la première racine ; par conséquent, la radicule du Maïs, de l'Orge, du *Canna*, possède une coiffe fournie par la tigelle, et qui en devient indépendante. Au point de vue des rapports de la tigelle avec la radicule, on voit que sous peine d'être dépourvues de coiffe, les plantes de ce deuxième type doivent se comporter comme celles qui appartiennent au second cas du premier type (*Tropæolum*, *Mirabilis*), et que leur radicule est nécessairement recouverte par une gaîne radiculaire. Comme dans le *Tropæolum*, la limite entre la tigelle et la radicule se trouve au point où le dermatogène se continue avec une assise du parenchyme cortical de la tigelle.

Troisième type. — Dans le *Pinus Pinea*, le *P. halepensis*, le *Cedrus atlantica*, l'*Ephedra altissima*, l'*E. distachya*, la radicule est morphologiquement dépourvue de coiffe. Comme dans le cas précédent, c'est le parenchyme cortical de la tigelle qui recouvre le sommet végétatif, et qui plus tard, dans la racine développée, continuera à le recouvrir. Les assises de ce parenchyme cortical forment ainsi une coiffe, mais elles ne restent pas simples, et subissent dans le voisinage du sommet de nombreuses divisions tangentielles, de façon à se comporter toutes comme autant de dermato-calyptrogènes ; il en résulte que leur ensemble s'épaissit, et d'autant plus que ces divisions sont plus fréquentes. Ainsi cette coiffe d'emprunt acquiert une grande puissance dans le *Pinus Pinea* ;

l'épiderme peut, ou non, se comporter comme les assises corticales sous-jacentes. C'est au point où a lieu la première division dans l'assise corticale la plus extérieure qu'est la limite entre la tigelle et la radicule; la division de chacune de ces assises commence d'autant plus près du sommet que l'assise est plus interne. La principale différence entre le deuxième type et celui du *Pinus Pinea* réside dans ce fait, que dans le deuxième type, la coiffe devient indépendante de la tigelle, tandis qu'ici elle ne se sépare pas de l'écorce de cet organe.

De tout ce que nous venons de dire, il résulte que toutes les parties de la radicule peuvent lui appartenir et être indépendantes de la tigelle, comme cela arrive dans notre premier type, auquel cas la radicule peut être en continuité directe avec l'épiderme de la tigelle, ou être cachée sous une partie de l'écorce de cet organe ; ou bien que la radicule emprunte à la tigelle la coiffe qui recouvre son sommet, et alors cette coiffe peut se spécialiser comme dans le Maïs, ou rester dépendante de la tigelle, comme dans le *Pinus Pinea*.

Mais, comme il arrive fréquemment aux plantes parasites, l'embryon du Gui (*Viscum album*) nous présente une particularité remarquable. Bien que les deux parties qui le composent, tigelle et cotylédons, soient très-différenciées, cet embryon est complétement dépourvu de radicule ; sa tigelle est traversée dans toute sa longueur par deux faisceaux vasculaires très-différenciés, dans lesquels on distingue déjà une partie libérienne et une partie ligneuse avec des trachées ; ces faisceaux sont réunis par un parenchyme irrégulier, formé de larges cellules remplies de chlorophylle et d'amidon ; le tout est recouvert par un épiderme dont la face extérieure est remarquablement cuticularisée ; vers le sommet, chacun des faisceaux vasculaires se rend dans un des deux cotylédons verts sur lesquels l'épiderme se continue en perdant un peu de l'épaisseur de sa cuticule. Vers le bas, les deux faisceaux se rapprochent, puis se réunissent en un seul faisceau axile, qui se termine presque aussitôt par quelques cellules un peu allongées, présentant les caractères des cellules procambiales; au niveau où s'opère ce brusque changement, les parois de la tigelle un peu renflée à la base, se rapprochent tout à coup pour se terminer en un cône très-surbaissé, occupé tout entier par des cellules parenchymateuses irrégulières, gorgées de chlorophylle et d'amidon ; le cône est recouvert sans aucune interruption par l'épiderme puissamment cuticularisé de la tigelle. Ce cône surbaissé ne peut dans cet état représenter un début de racine, puisqu'il est dépourvu de système vasculaire et de toute trace de coiffe. Nous avons pu constater que, lorsque par suite de la germination, la tigelle a commencé à s'allonger, son sommet n'a subi aucune modification anatomique. Nous croyons, par conséquent, pouvoir rapprocher notre observation des résultats acquis par M. de Solms-Laubach, qui a décrit, il y a peu de temps, la structure des suçoirs des Loranthacées, et qui croit devoir

leur refuser le titre de racines. Quoi qu'il en soit à cet égard, il n'en est pas moins vrai que l'embryon du Gui est dépourvu de radicule. Malgré l'apparence extérieure qui le fait considérer comme très-développé, le parasitisme, on le voit, lui imprime un caractère d'infériorité qu'on retrouve dans d'autres parties de cette plante. Déduirons-nous de cette privation de radicule que le Gui constitue un type différent de ceux que nous avons analysés plus haut? Non, sans doute; car nous savons que presque toujours un être, animal ou plante, vivant en parasite, subit quelques dégradations organiques; et pour ne pas chercher bien loin nos exemples, l'absence de cotylédons chez les Balanophorées et chez les Cuscutes nous fait-elle rejeter ces plantes loin des Dicotylédones ? Non certes, mais nous faisons appel à d'autres caractères. Nous agirons de même dans le cas présent; et comme nous avons vu que toutes les plantes dicotylédones que nous avons étudiées appartiennent à notre premier type, nous y rattacherons aussi le Gui, et nous n'y verrons qu'un nouvel exemple de l'infériorité des êtres affectés de parasitisme.

M. Cornu demande à M. Flahault s'il y a parité complète entre le développement de la coiffe dans le pivot de l'embryon et dans les racines adventives. M. de Jamzewski semble l'admettre dans le mémoire qu'il a publié sur ce sujet.

M. Flahault croit que le développement est différent. Toutefois il se propose d'étudier la question.

SÉANCE DU 6 AVRIL 1877.

PRÉSIDENCE DE M. DE SEYNES.

M. Larcher, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

M. le Président annonce une présentation.

M. le Président fait connaître à la Société la mort de l'un de ses membres, M. Alexandre Braun, décédé à Berlin, le 29 mars 1877.

M. le Secrétaire général donne des renseignements sur l'organisation de la session extraordinaire qui doit se tenir prochainement en Corse. La Société a obtenu des deux Compagnies de transports maritimes et de diverses Compagnies de chemins de fer, diminution